

TENDÊNCIAS ECOLÓGICAS NA ANATOMIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DA COMUNIDADE ARBÓREA DA RESERVA BIOLÓGICA DE POÇO DAS ANTAS, RIO DE JANEIRO, BRASIL

*Claudia Franca Barros¹, Micheline Leite Marcon-Ferreira^{1,5},
Cátia Henriques Callado^{2,6}, Helena Regina Pinto Lima³,
Maura da Cunha^{4,7}, Osnir Marquete¹ & Cecília Gonçalves Costa^{1,7}*

RESUMO

(Tendências ecológicas na anatomia da madeira de espécies da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil) O trabalho propõe a utilização dos caracteres anatômicos da madeira na interpretação da estrutura da comunidade arbórea da Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ, Brasil (22°30' e 22°33'S e 42°15' e 42°19'W). Foram analisadas 26 espécies de 14 famílias, totalizando 72 espécimens. A alta incidência de características anatômicas comuns - camadas de crescimento distintas, porosidade difusa, placas de perfuração simples, fibras de paredes delgadas a espessas, raios com frequência de 4 a 12/mm', com 1-3 células de largura, - foi corroborada pelas análises estatísticas, o que sugere a ocorrência de um padrão anatômico. Os resultados descritos se enquadram nas tendências ecológicas para espécies de planícies tropicais, que se caracterizam por uma menor frequência de elementos de vaso mais largos e com placas de perfuração simples. Tais caracteres propiciam o transporte de grandes volumes de água por unidade de tempo e área transversal da madeira.

Palavras-chave: Floresta Atlântica, anatomia ecológica, anatomia da madeira.

ABSTRACT

(Ecological trends in wood anatomy of tree species at Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brazil) Wood anatomy features were used to interpretate the structure of the tree community at the Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ, Brazil (22°30' e 22°33'S e 42°15' e 42°19'W). 26 species from 14 families and 72 specimens were analysed. The high incidence of anatomical features observed in most of species, as growth rings, diffuse porosity, simple perforation plates, thick-to-thin fibres, 1-3 rays wide and 4 to 12/mm', statistically suggested there was an anatomical pattern. Results were in accordance with ecological trends for tropical lowland species, characterized by simple perforation plates, low frequency and widening of vessels. These features allow the conduction of large volumes of water per unit time and transectional area of wood.

Key words: Atlantic rain forest, ecological anatomy, wood anatomy.

INTRODUÇÃO

Os padrões de diversidade e suas variações nos diferentes habitats constituem os principais temas focalizados em estudos de comunidades biológicas (Magurran 1988;

Nunes-Freitas 2004). Em comunidades vegetais tal diversidade é geralmente expressa pela contagem geral do número de espécies, pela abundância relativa e composição das espécies ou pela variação

Artigo recebido em 02/2005. Aceito para publicação em 05/2006.

¹Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Programa Mata Atlântica, Laboratório de Botânica Estrutural. Rua Pacheco Leão, 915, 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ebarros@jbrj.gov.br

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório de Anatomia Vegetal.

³Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica.

⁴Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Bio-ciências e Biotecnologia, Laboratório de Biologia Celular e Tecidual, Setor de Citologia Vegetal.

⁵Bolsista Fundação Botânica Margaret Mee.

⁶Bolsista PROCiência - UERJ/FAPERJ.

⁷Bolsista Produtividade CNPq.

Apoio Financeiro: Petrobras, CNPq, FENORTE/TECNORTE.

dessa composição ao longo de um gradiente ambiental (Guedes-Bruni 1998; Lima 2000; Nunes-Freitas 2004). Esses parâmetros são obtidos por meio de inventários florísticos e fitossociológicos, que fornecem informações básicas subsidiando os estudos botânicos subseqüentes (Guedes-Bruni *et al.* 2002; Vuono 2002).

A estrutura anatômica das madeiras também pode refletir tal diversidade e a variação entre diferentes habitats. Carlquist (2001) sugere duas abordagens diferentes no que diz respeito aos métodos utilizados para expressar a correlação ecologia-anatomia. Uma é fundamentada em grupos taxonômicos, e visa a análise comparativa de espécies de um mesmo gênero em um gradiente ecológico. A outra envolve a comparação de pequenas áreas ou flóruas, visando o reconhecimento de caracteres anatômicos comuns a uma dada formação vegetal, independente dos grupos taxonômicos analisados (p.ex. Carlquist 1977; Barajas-Morales 1985; Noshiro *et al.* 1995). Tais características são consideradas importantes para o desempenho das funções do xilema em condições ambientais diversas e expressam as tendências ecológicas em gradientes latitudinais e altitudinais em diferentes macro e mesoclimas (p. ex. Baas *et al.* 1983; Dickison 1989; Woodcock *et al.* 2000). Wheeler & Baas (1991) utilizando o modelo proposto por Dickison (1989) e a literatura disponível, relacionaram as tendências ecológicas gerais para habitats xéricos, montanos e tropicais. Os resultados dessas investigações têm grande relevância para a inferência de climas de eras passadas, sendo utilizados também em estudos filogenéticos (Wheeler & Baas 1991; Wiemann *et al.* 1998). Trabalhos focalizando as características anatômicas em uma abordagem de flórua em biomas brasileiros são ainda escassos, destacando-se Callado *et al.* (1997) que estudaram 14 espécies de um remanescente de Floresta Atlântica de Macaé de Cima, Nova Friburgo, Rio Janeiro.

O presente trabalho visa colaborar para o melhor conhecimento de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa das terras baixas no estado do Rio de Janeiro, a partir de uma abordagem de flórua aplicada à anatomia. Propõe-se utilizar as características anatômicas do lenho na interpretação da estrutura da comunidade arbórea, visando responder às seguintes questões:

- Existe um padrão anatômico característico para as espécies analisadas?
- As características anatômicas analisadas expressam tendências ecológicas típicas de regiões tropicais de planície, de acordo com o proposto por Dickison (1989) e modificado por Wheeler & Baas (1991)?

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram efetuadas na Reserva Biológica de Poço das Antas (22°30' e 22°33'S e 42°15' e 42°19'W), município de Silva Jardim, um remanescente de Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro, caracterizado por vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa de terras baixas (Velloso *et al.* 1992; Guedes-Bruni 1998). A topografia do local é predominantemente de planície, com morros e morrotes de perfis arredondados, cuja altura varia entre 30 a 200 msm, separados por várzeas alagadiças, de fundo achatado. O clima é do tipo úmido e megatérmico, com pluviosidade média anual de 2.260 mm e temperatura média de 24,5 °C. O solo é pouco espesso, arenoso-argiloso e fortemente ácido, tanto nas várzeas alagadiças como nas áreas livres de inundação (Guedes-Bruni 1998).

Foram estudadas 26 espécies pertencentes a 14 famílias botânicas, totalizando 72 espécimes inventariados (Tab. 1). As espécies foram selecionadas com base em estudos prévios de cunho florístico e fitossociológico (Guedes-Bruni 1998) e englobam os táxons de maior representatividade numérica, espécies raras e aquelas indicadas para revegetação de áreas degradadas na região (Guedes-Bruni

1998). As coletas foram efetuadas em sítios da Reserva, incluindo fragmentos periódica ou permanentemente alagáveis ao nível do mar.

Para a coleta do lenho foram selecionados espécimes de tronco cilíndrico, reto e sem bifurcação ou defeito aparente, com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 12 cm. As amostras foram retiradas a 1,30 m do solo por método não destrutivo (Barros *et al.* 1997, 2001).

O material foi processado no Laboratório de Botânica Estrutural do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, conforme as Normas de Procedimento em Estudos de Anatomia da Madeira (Coradin & Muñiz 1991). As seções foram coradas por safranina hidroaleoólica a 50 % (Sass 1958) ou pela mistura azul de astra e safranina (Bukatsch 1972) e montadas em Permount. As contagens e mensurações dos elementos celulares obedeceram às normas do IAWA Committee (1989) e Coradin & Muñiz (1991). A aferição

do agrupamento de vasos foi obtida segundo Carlquist (1984). Esses procedimentos (mensurações, contagens e aferições) foram realizados com auxílio da ocular micrométrica, acoplada ao microscópio Olympus ou por meio de uma câmara de vídeo Sony acoplada ao mesmo microscópio e ao computador, utilizando o software Image Pro Plus versão 4.0 para Windows.

As análises estatísticas foram efetuadas com a ajuda do software Statistic 6.0. O teste de Shapiro-Wilk W foi utilizado para testar a normalidade das amostras (Zar 1996). Para verificar a formação de grupos distintos foi realizada uma análise de agrupamento, baseada numa matriz de distância de Manhattan (Sneath & Sokal 1973) para dados binários, usando os caracteres qualitativos relacionados na Tabela 1. A análise dos componentes principais foi utilizada para ordenar as espécies e os caracteres anômicos quantitativos e qualitativos, evidenciando os fatores de maior variância (Ludwig & Reynolds 1988).

Tabela 1 – Listagem das famílias e espécies coletadas, números de registro na Xiloteca do Jardim

Família	Anacardiaceae	Annonaceae	Bignoniaceae	Bombacaceae	Boraginaceae	Clusiaceae				
Espécie	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	<i>Erioltheca pentaphylla</i> (Vell. enend K. Schum.) A. Robyns				
					<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.				
						<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.				
						<i>Symphonia globulifera</i> L. f.				
RBw	7524, 7526, 7527	7336, 7338, 7355	7328, 7335, 7363, 7449	7329, 7333, 7477, 7478	7475, 7476	7455, 7461, 7462	7331, 7340, 7473, 7474	7326, 7356	7366, 7368	7341, 7342, 7360
Camadas de crescimento	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Porosidade difusa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vasos exclusivamente solitários										
< 5 vasos/mm ²										
5-20 vasos/mm ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
40-100 vasos/mm ²										
Comprimento do vaso < 350 µm										
Comprimento do vaso entre 350 a 800 µm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Comprimento do vaso > 800 µm										
Diâmetro tangencial do vaso < 50 µm			+			+				
Diâmetro tangencial do vaso 50 a 100 µm				+	+					
Diâmetro tangencial do vaso 100 a 200 µm	+	+						+	+	+
Diâmetro tangencial do vaso > 200 µm							+			
Placa de perfuração simples	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Placa de perfuração escalariforme < 10 barras	+									
Placa de perfuração escalariforme > 10 barras										
Placa de perfuração radiada										
Placa de perfuração foraminado-reticulada										
Pontoações intervasculares opostas										
Pontoações intervasculares alternas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pontoações intervasculares diminutas (<4 µm)				+						+
Pontoações intervasculares pequenas (4 a 7 µm)		+								

Botânico do Rio de Janeiro (RBw) e sumário das características anatômicas.

Euphorbiaceae	Flacourtiaceae	Lauraceae	Leguminosae-Mimosoideae	Leguminosae-Papilionoideae	Myrtaceae	Rubiaceae	Verbenaceae							
<i>Alchornea glandulosa</i> Müll. Arg.	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	<i>Nectandra leucantha</i> Nees	<i>Nectandra rigida</i> (H.B.K.) Nees	<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & Grimes	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel							
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.	<i>Nectandra rigida</i> (H.B.K.) Nees	<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & Grimes	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	<i>Calyptanthes langsdorffii</i> O. Berg.	<i>Eugenia macahensis</i> Berg.							
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.	<i>Nectandra rigida</i> (H.B.K.) Nees	<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & Grimes	<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	<i>Myrcia anceps</i> Berg.	<i>Simira viridiflora</i> (Allemão & Saldanha) Steyerl.							
							<i>Aegiphilla sellowiana</i> Cham.							
							<i>Cytherexylum myrianthum</i> Cham.							
7343, 7354, 7364	7507, 7551, 7570	7533, 7450	7441, 7440	7330, 7361, 7365	7459, 7463, 7464	7357 7358, 7362	7525, 7532	7327, 7334, 7359	7548, 7549	7509, 7510	7454, 7457	7536, 7544	7432, 7433, 7434, 7435, 7439	7508, 7514, 7518, 7519
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Família	Anacardiaceae	Annonaceae	Bignoniaceae			Bombacaceae		Boraginaceae	Clusiaceae	
Espécie	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. emend K. Schum.) A. Robyns	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
Pontoações intervasculares médias (7 a 10 µm)			+		+	+		+		+
Pontoações intervasculares grandes (>10 µm)	+						+			
Pontoações intervasculares ornamentadas			+							
Pontoações raio-vasculares com aréolas distintas		+	+	+	+		+	+	+	+
Pontoações raio-vasculares com aréola reduzida a simples	+					+				
Vasos com espessamento espiralado										
Traqueídes	+	+								
Fibrotraqueídes			+							
Fibras septadas	+								+	
Fibras muito curtas (< 900 µm)							+			
Fibras curtas (900 a 1600 µm)	+	+	+	+	+			+	+	
Fibras longas (>1600 µm)						+	+			
Fibras com paredes finas			+	+			+			+
Fibras com paredes de delgadas a espessas	+	+			+		+	+	+	+
Fibras com paredes espessas						+				
Parênquima raro										
Parênquima apotraqueal difuso										
Parênquima apotraqueal difuso em agregados						+	+			
Parênquima paratraqueal escasso	+									
Parênquima paratraqueal vasicêntrico			+	+	+	+	+	+	+	
Parênquima paratraqueal aliforme					+					
Parênquima paratraqueal confluyente				+	+			+		
Parênquima paratraqueal unilateral					+					+
Parênquima em faixa > 3 células de largura				+			+	+	+	+
Parênquima em faixa com 1 a 3 células de largura		+								
Parênquima reticulado		+								
Parênquima marginal										
4 a 12 raios/mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
> 12 raios/mm										
Raios exclusivamente unisseriados									+	

	Euphorbiaceae	Flacourtiaceae	Lauraceae	Leguminosae-Mimosoideae	Leguminosae-Papilionoideae	Myrtaceae	Rubiaceae	Verbenaceae
<i>Alchornea glandulosa</i> Müll. Arg.	+							
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.		+						
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.			+					
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.			+					
<i>Nectandra leucantha</i> Nees			+					
<i>Nectandra rigida</i> (H.B.K.) Nees				+				
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima				+				
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.					+			
<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & Grimes					+			
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel						+		
<i>Calyptrothos langsdorffii</i> O. Berg.						+		
<i>Eugenia macahensis</i> Berg.						+		
<i>Myrcia anceps</i> Berg.						+		
<i>Simira viridiflora</i> (Allemão & Saldanha) Steyerl.							+	
<i>Aegiphilla sellowiana</i> Cham.							+	
<i>Cyathoxylum myrtanthum</i> Cham.								+

Família	Anacardiaceae	Annonaceae	Bignoniaceae			Bombacaceae		Boraginaceae	Cistaceae	
Espécie	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	<i>Tabebuia umbellata</i> (Sond.) Sandwith	<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. emend K. Schum.) A. Robyns	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	<i>Catophyllum brasiliense</i> Cambess.	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
Raios de 1 a 3 células de largura	+	+	+	+	+	+	+	+		+
Raios > 4 células de largura		+			+	+	+			
Raios > 1 mm de altura								+		
Raios agregados	+	+								
Raios apenas com células procumbentes		+		+	+			+		+
Raios apenas com células quadradas e/ou eretas										
Raios com procumbentes no corpo e 1 fileira de ereta e/ou quadradas nas margens	+		+			+	+	+	+	+
Raios com procumbentes no corpo e 2 a 4 fileiras de ereta e/ou quadradas nas margens	+		+			+				
Raios com procumbentes, quadradas e eretas misturadas										
Parenquima axial e/ou vasos estreficados					+		+			
Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificado					+					
Cristais	+									
Índice de agrupamento dos vasos	1,65	1,70	1,50	1,70	1,20	2,30	2,30	1,50	1,00	1,68
Espessura da parede dos vasos	3,35	3,82	3,72	4,00	4,49	4,82	5,24	4,35	3,85	4,01
Vasos/mm ²	10	8	15	5	19	3	3	6	7	5
Comprimento dos elementos de vaso	733,15	595,15	433,98	435,43	202,29	551,07	450,19	290,16	663,07	622,07
Diâmetro tangencial dos elementos de vaso	104,69	105,46	22,69	84,63	79,02	36,22	213,74	135,17	179,93	181,39
Comprimento de fibra	1139,04	1174,19	1028,36	1054,00	1188,46	2005,00	2322,37	1030,83	1119,11	1701,00
Espessura da parede das fibras	5,41	4,09	2,11	4,00	4,00	7,55	3,99	3,66	4,3	8,79

Euphorbiaceae	Flacourtiaceae	Lauraceae	Leguminosae-Mimosoideae	Leguminosae-Papilionoideae	Myrtaceae	Rubiaceae	Verbenaceae								
<i>Alchornea glandulosa</i> Müll. Arg.															
<i>Alchornea sidifolia</i> Müll. Arg.															
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill.															
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.															
<i>Nectandra leucantha</i> Nees															
<i>Nectandra rigida</i> (H.B.K.) Nees															
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis & M. P. Lima															
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.															
<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & Grimes															
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel															
<i>Calyptanthes langsdorffii</i> O. Berg.															
<i>Eugenia macahensis</i> Berg.															
<i>Myrcia anceps</i> Berg.															
<i>Simira viridiflora</i> (Allemão & Saldanha) Steyerf.															
<i>Aegiphilla sellowiana</i> Cham.															
<i>Cyathoxylum myrianthum</i> Cham.															
+	+	+	+	+	+	+	+								
	+			+											
		+													
	+		+												
+															
		+													
	+	+													
				+											
+	+	+		+	+	+	+								
2,36	1,80	2,10	2,10	1,38	1,40	1,50	1,90	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,60	1,56	1,20
5,58	3,19	5,88	3,20	3,40	3,70	4,09	4,96	9,55	4,00	4,00	11,86	3,64	2,71	5,00	3,23
6	3	7	42	19	12	13	5,47	3	4	5	5	7	53	7	8
773,08	743,09	1129,33	1476,69	714,30	726,31	338,10	312,17	376	369	677	920	727	929	423	300
169,15	149,16	133,23	87,86	100,50	136,62	80,38	164,81	108	132	99	142	134	60	133	113
1306,63	1252,98	1593,93	2158,73	1094,00	1233,08	987,70	1235,18	944,61	883,00	1284,00	1671,19	1420,23	2144,11	1005,78	1068,62
5,74	4,12	7,12	7,37	3,40	4,57	3,64	6,87	3,16	4,00	7,00	7,24	8,07	8,13	3,59	4,01

RESULTADOS

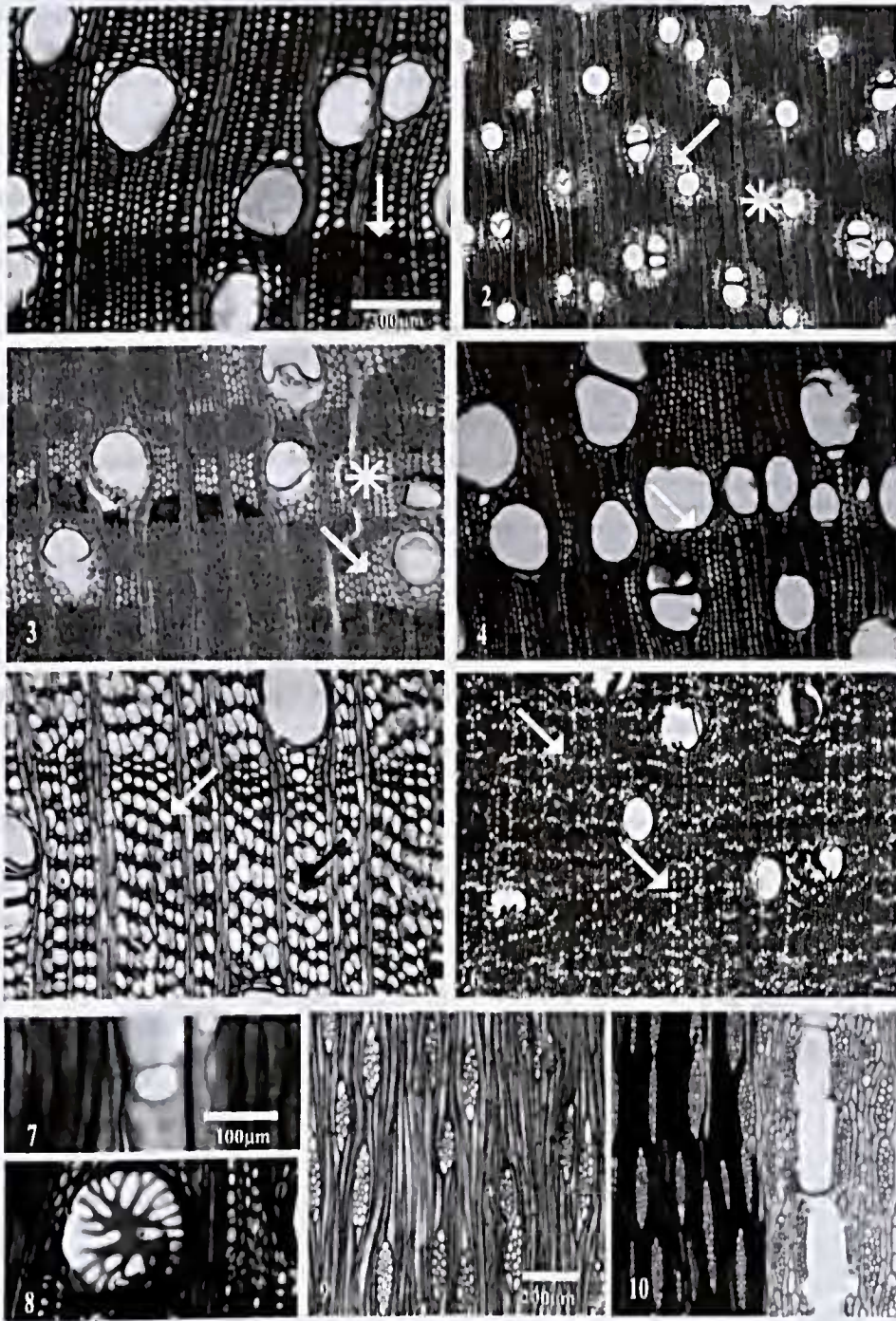
A análise anatômica do material selecionado revelou elevada ocorrência de camadas de crescimento distintas, porosidade difusa, placas de perfuração simples, fibras com paredes delgadas a espessas, maior frequência de parênquima do tipo paratraqueal em diferentes arranjos e raios com frequência de 4 a 12/mm', com 1-3 células de largura (Tabs. 1 e 2; Figs. 1-10).

A análise de agrupamento (Fig. 11) demonstra que embora as espécies possam ser segregadas por seus caracteres anatômicos, a maioria não se agrupa por família, com exceção da família Lauraceae cujas espécies mantiveram-se próximas. As demais famílias apresentaram um comportamento diverso, exemplificado pelas espécies de Euphorbiaceae: enquanto *Alchornea glandulosa* e *A. sidifolia* mantiveram-se agrupadas, *Pera glabrata* ficou bastante separada das demais. O dendrograma (Fig. 11) permite verificar ainda, que o representante da família Flacourtiaceae, *Lacistema pubescens*, destacou-se das demais por ser a única espécie que apresenta elementos de vaso com placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras, e pontoações intervasculares opostas.

A análise do componente principal (PCA) evidenciou que as características anatômicas variam dentro de fatores que, juntos, explicam 66% da variância total (Fig. 12). O eixo 1 responde por 45% da variância total e é influenciado fortemente pela ocorrência de

placas de perfuração simples e placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras e pela frequência dos elementos de vaso. O eixo 2 responde por 21% da variação total e é influenciado pela presença de placas de perfuração escalariforme com menos de 10 barras. Existe uma forte correlação positiva entre a ocorrência de placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras e pontoações intervasculares opostas que, por sua vez, estão negativamente correlacionadas com a presença de placas de perfuração simples. O eixo 1 separa *Lacistema pubescens* (Flacourtiaceae) pela alta frequência de vasos associada à ocorrência de placas de perfuração escalariforme com mais de 10 barras, confirmando os resultados da análise de agrupamento. *Simira viridiflora* (Rubiaceae) se destaca pela combinação de placas de perfuração simples e elevada frequência de vasos. O eixo 2 separa as espécies *Nectandra leucantha*, *Nectandra rigida* (Lauraceae) e *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae) por apresentarem placas de perfuração escalariforme com menos de 10 barras. As demais espécies mantiveram-se agrupadas, evidenciando um conjunto de características comuns como apresentado nas Tabelas 1 e 2.

A combinação dos resultados anatômicos sumarizados nas Tabelas 1 e 2 com a análise estatística sugere que as características ecológicas se sobrepõem às taxonômicas, e se justifica pela priorização, no presente trabalho, dos caracteres quantitativos.



Figuras 1-10 - 1. *Nectandra leucantha*, seção transversal, evidenciando camada de crescimento distinta (seta). 2. *Pseudopiptadenia contorta*, seção transversal, evidenciando porosidade difusa e parênquima axial paratraqueal vasicêntrico (asterisco) e confluyente (seta). 3. *Andira fraxinifolia*, seção transversal, nota-se parênquima axial paratraqueal aliforme (seta) e confluyente (asterisco). 4. *Aegiphilla sellowiana*, seção transversal evidenciando parênquima paratraqueal unilateral (seta). 5. *Eriotheca pentaphylla*, seção transversal, evidenciando parênquima axial em faixas (setas). 6. *Calypttranthes langsdorfii*, seção transversal, evidenciando parênquima apotraqueal difuso em agregados tendendo a formar linhas (setas). 7. *Simira viridiflora*, seção longitudinal radial evidenciando placa de perfuração simples. 8. *Citharexylum myrianthum*, seção transversal, observa-se placa de perfuração radiada. 9. *Aegiphilla sellowiana* seção longitudinal tangencial, observam-se os raios com 3 células de largura. 10. *Eriotheca pentaphylla*, seção longitudinal tangencial.

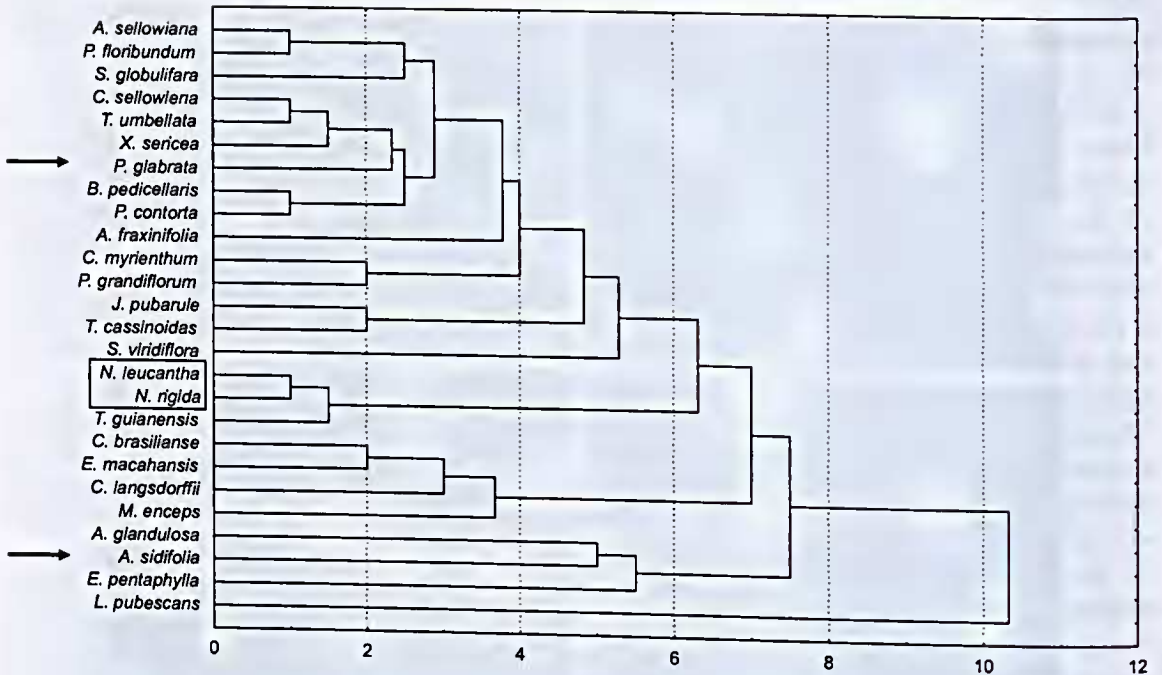


Figura 11 - Análise de agrupamento. O retângulo destaca as espécies de Lauraceae que se mantiveram próximas, enquanto as setas indicam as espécies de Euphorbiaceae.

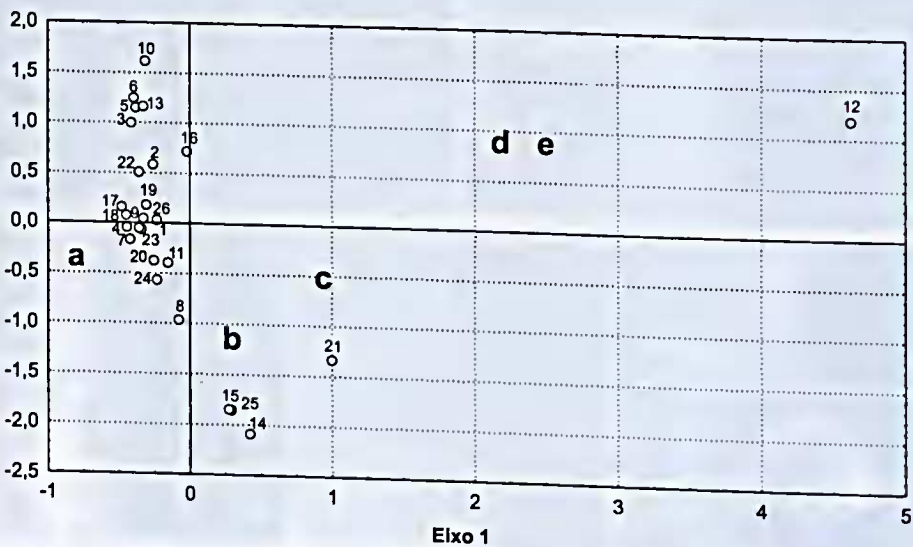


Figura 12 - Análise dos componentes principais. 1. *Aegiphilla sellowiana*, 2. *Alchornea glandulosa*, 3. *Alchornea sidifolia*, 4. *Andira fraxinifolia*, 5. *Calyptanthes langsdorffii*, 6. *Calophyllum brasiliense*, 7. *Cordia sellowiana*, 8. *Cytharexylum myrianthum*, 9. *Eriotheca pentaphylla*, 10. *Eugenia macahensis*, 11. *Jacaranda puberula*, 12. *Lacistema pubescens*, 13. *Myrcia anceps*, 14. *Nectandra leucantha*, 15. *Nectandra rigida*, 16. *Pera glabrata*, 17. *Balizia pedicellaris*, 18. *Platymiscium floribundum*, 19. *Pseudobombax grandiflorum*, 20. *Pseudopiptadenia contorta*, 21. *Simira viridiflora*, 22. *Symphonia globulifera*, 23. *Tabebuia cassinoides*, 24. *Tabebuia umbellata*, 25. *Tapirira guianensis*, 26. *Xylopia sericea*. a. placas de perfuração simples, b. placas de perfuração escalariformes < 10 barras, c. vasos/mm², d. placas de perfuração escalariformes > 10 barras, e. pontoações intervasculares opostas.

Tabela 2 - Frequência relativa das características anatômicas das espécies estudadas. Os diferentes tipos de placas de perfuração e parênquima axial podem ocorrer associados em uma mesma espécie, portanto a soma dos percentuais ultrapassa 100%.

Características	Porcentagem
Presença de anéis de crescimento	96%
Porosidade difusa	96%
Vasos exclusivamente solitários	15%
< 5 vasos/mm ²	19%
5-20 vasos/mm ²	73%
40-100 vasos/mm ²	8%
Diâmetro tangencial do elemento de vaso <50 µm	8%
Diâmetro tangencial do elemento de vaso entre 50 e 100 µm	23%
Diâmetro tangencial do elemento de vaso entre 100 e 200 µm	65%
Diâmetro tangencial do elemento de vaso > 200 µm	4%
Comprimento do elemento de vaso < 350 µm	19%
Comprimento do elemento de vaso entre 350 e 800 µm	65%
Comprimento do elemento de vaso > 800 µm	15%
Índice de agrupamento de vasos < 2	81%
Placas de perfuração simples	96%
Placas de perfuração escalariforme < 10 barras	12%
Placas de perfuração escalariforme > 10 barras	4%
Placas de perfuração radiadas	4%
Placas de perfuração foraminado-reticuladas	4%
Pontoações intervaseculares opostas	4%
Pontoações intervaseculares alternas	81%
Pontoações intervaseculares diminutas (< 4 µm)	12%
Pontoações intervaseculares pequenas (4 a 7 µm)	27%
Pontoações intervaseculares médias (7 a 10 µm)	31%
Pontoações intervaseculares grandes (>10 µm)	15%
Pontoações intervaseculares ornamentadas	15%
Pontoações raio-vaseculares com aréolas distintas	73%
Pontoações raio-vaseculares com aréolas reduzidas a simples	27%
Vasos com espessamento espiralado	4%
Traqueídes presentes	19%
Fibrotraqueídes	31%
Presença de fibras septadas	27%
Fibras com paredes delgadas	12%
Fibras com paredes delgadas a espessas	81%
Fibras com paredes espessas	8%
Fibras muito curtas (< 900 µm)	4%
Fibras curtas (900 a 1600 µm)	73%
Fibras longas (>1600 µm)	23%
Parênquima axial raro	4%
Parênquima axial apotraqueal difuso	15%
Parênquima axial apotraqueal difuso em agregados	23%
Parênquima axial paratraqueal escasso	19%
Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico	46%

Características	Porcentagem
Parênquima axial paratraqueal aliforme	19%
Parênquima axial paratraqueal confluyente	38%
Parênquima axial paratraqueal unilateral	12%
Parênquima axial em faixas > 3 células de largura	27%
Parênquima axial em faixas de 1 a 3 células de largura	12%
Parênquima axial reticulado	4%
Parênquima axial marginal	4%
Raios exclusivamente unisseriados	12%
Raios de 1-3 células de largura	85%
Raios > 4 células de largura	35%
Raio > 1mm de altura	8%
Presença de raios agregados	31%
Raios apenas com células procumbentes	31%
Raios apenas com células quadradas e/ou eretas	12%
Raios com células procumbentes no corpo e 1 fileira de ereta e/ou quadradas nas margens	62%
Raios com células procumbentes no corpo e 2 a 4 fileiras de ereta e/ou quadradas nas margens	31%
Raios com células procumbentes, quadradas e eretas misturadas	15%
4 a 12 raios/mm'	85%
> 12 raios/mm'	15%
Parênquima axial e/ou vasos estratificados	8%
Raios e/ou elementos axiais irregularmente estratificados	4%
Presença de cristais	50%

DISCUSSÃO

A estrutura anatômica do lenho das espécies analisadas neste trabalho foi descrita detalhadamente em Barros *et al.* (1997, 2001). Na presente abordagem, os seguintes caracteres apresentam incidência acima de 80%: camadas de crescimento distintas, porosidade difusa, placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, índice de agrupamento de vasos < 2, fibras de paredes delgadas a espessas, frequência de raios entre 4 e 12/mm' e raios com 1-3 células de largura. A alta incidência de características comuns foi corroborada pelas análises estatísticas, que mantiveram a maioria das espécies em um grupo único, o que sugere a existência de um padrão anatômico para a comunidade arbórea estudada. Este padrão se enquadra nas tendências ecológicas para espécies de terras baixas dos trópicos

(Dickison 1989; Wheeler & Bass 1991), que tendem a apresentar menor frequência de elementos de vaso mais largos e maior ocorrência de placas de perfuração simples. Entre as espécies estudadas, 69% apresentam o diâmetro dos elementos de vaso maior que 100 μm ; em 92% observam-se até 20 vasos/mm²; 96% possuem placas de perfuração simples.

Carlquist (2001) comparou os dados da flora da Califórnia (Carlquist & Hoekman 1985) com os de Metcalfe & Chalk (1950) sobre a flora mundial e sugeriu que em regiões mais secas, características como maior frequência de vasos e elementos de vaso finos e curtos são mais frequentes. Estas adaptações proporcionam maior segurança ao transporte de água em plantas sujeitas a estresse. As mesmas características foram observadas por Carlquist (1977) em plantas

do Ártico e de diferentes regiões da Austrália. Carlquist (2001) refere ainda que as espécies das florestas tropicais apresentam moderada seleção de características voltadas para a segurança na condução, priorizando adaptações que permitam o transporte de grandes volumes de água por unidade de tempo e por área transversal da madeira. Desta forma, as espécies de florestas tropicais devem apresentar características como menor frequência de vasos e elementos de vaso mais largos e mais longos (Metcalf & Chalk 1950; Carlquist 1977, 2001). Os resultados do presente trabalho estão em conformidade com os dados da literatura que apontam a ocorrência frequente dessas características nas flóculas tropicais, como verificado por Callado *et al* (1997) em um remanescente de Floresta Atlântica do estado do Rio de Janeiro e Baraja-Morales (1985) em dois remanescentes de floresta tropical do México.

A alta incidência de camadas de crescimento em espécies da Reserva Biológica de Poço das Antas, referida por Callado *et al.* (2001) é confirmada em 91% das espécies aqui analisadas. Alves & Angyalossy-Alfonso (2000) também observaram essa tendência em 48% das espécies brasileiras por elas estudadas. Apesar da alta frequência de camadas de crescimento no lenho de espécies brasileiras, estudos sobre a periodicidade de formação dessas camadas são ainda escassos e mostram-se essenciais para o conhecimento das estratégias de sobrevivência dessas espécies, seu papel na fixação de CO₂ e para estudos de dendrocronologia.

Dentre as espécies estudadas, 94% apresentaram placas de perfuração simples, porcentual bastante semelhante ao observado por Alves & Angyalossy-Alfonso (2000). Estes resultados estão em consonância com Baas (1976, 1986), Baas & Schweingruber (1987) e Carlquist & Hoekman (1985), que mencionam alta incidência de placas de perfuração simples

em espécies de florestas tropicais de terras baixas. Carlquist (2001) considera que a mais importante alteração encontrada na anatomia da madeira de espécies de florestas tropicais úmidas é a elevada ocorrência de placas de perfuração simples, fator que reduz a fricção no transporte de água.

As análises estatísticas realizadas não indicaram correlação significativa entre as espécies analisadas e o tipo de parênquima axial. Porém, a Tabela 2 demonstra que apenas 3% dessas espécies possuem parênquima escasso e aponta ainda uma grande diversidade de tipos de parênquima axial, com predominância do tipo paratraqueal. Alves & Angyalossy-Alfonso (2002) observaram que em espécies brasileiras o parênquima axial é mais abundante em latitudes menores (até 23°), sendo o parênquima paratraqueal associado a climas mais quentes e o apotraqueal, a latitudes maiores e, conseqüentemente, a climas mais frios. Baas & Zhang (1986), Baas *et al.* (1988) e Wheeler & Baas (1991) referem que o parênquima axial é mais abundante nas regiões tropicais. Carlquist (2001), por sua vez, pondera que se o sistema condutor de água de espécies tropicais desenvolve características para transportar grandes volumes de água, os raios e o parênquima axial devem exibir mudanças similares.

As análises estatísticas realizadas e a Tabela 2 permitem concluir que as espécies analisadas apresentam características anatômicas próprias de regiões tropicais de terras baixas, que independem do grupo taxonômico a que as mesmas pertencem.

Outro ponto de destaque é a seleção de caracteres em famílias de ampla distribuição, aqui exemplificado com a família Lauraceae. Segundo Metcalf & Chalk (1950) e Richter (1987) alguns gêneros da família como *Actinodaphne*, *Alouea*, *Cinnamomum*, *Endlicheria*, *Laurus*, *Lindera*, *Persea*, *Phoebe*, *Pleurothyrium* e *Sassafras* apresentam placas de perfuração

simples e escalariforme associadas. O gênero *Nectandra*, segundo esses autores, apresenta apenas placas de perfuração escalariforme. Trabalhos recentes em regiões tropicais brasileiras (Barros *et al.* 1997, 2001; Oliveira *et al.* 2001; Oliveira 2005) têm demonstrado que é comum a ocorrência da associação de placas de perfuração simples e escalariforme, de poucas barras, em *Nectandra*, como observado no presente trabalho. Esta seleção de caracteres, que são próprios das famílias, mas que se enquadram nas tendências ecológicas postuladas por Dickson (1989) e Wheeler & Baas (1991), provavelmente contribuem para os resultados encontrados e certamente auxiliam a compreensão da distribuição geográfica das espécies sob o ponto de vista da seleção de características importantes para a colonização de um dado bioma.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao pesquisador Sebastião José da Silva Neto pelo auxílio na coleta dos indivíduos, além da valiosa colaboração no manuscrito, à técnica de laboratório Inês Cosme Neves Grillo, pela confecção das lâminas; ao CNPq, pela concessão de auxílio e bolsas de produtividade; à Petrobras, pelo patrocínio; à Fundação Botânica Margaret Mee, pela concessão de bolsa de apoio técnico e de nível superior, à UERJ/FAPERJ, pela concessão de bolsa PROCiência e à FENORTE/TECNORTE, pela concessão de auxílio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, E. S. & Angyalossy-Alfonso, V. 2000. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 1. Growth rings and vessels. *IWA Journal* 21(1): 3-30.
- _____. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. *IWA Journal* 23(4): 391-418.
- Baas, P. 1976. Some functional and adaptive aspects of vessel member morphology. *Leiden Botanical Series*. 3: 157-181.
- _____. 1986. Ecological patterns in xylem anatomy. In: T. J. Givnish (ed.). *On the economy of plant form and function*. Cambridge University Press, Cambridge, New York. Pp. 327-352.
- _____; Esser, P. M.; Van der Westen, M. E. T. & Zandee, M. 1988. Wood anatomy of the Oleaceae. *IWA Bulletin* n. s. 9:103-182.
- _____ & Schweingruber, F. H. 1987. Ecological trends in the wood anatomy of trees, shrubs and climbers from Europe. *IWA Bulletin* n.s. 8: 245-274.
- _____ & Zhang, X. 1986. Wood anatomy of trees and shrubs from China. I. *Oleaceae*. *IWA Bulletin* n.s. 7: 195-220.
- _____; Werker, F. & Fahn, A. 1983. Some ecological trends in vessel characters. *IWA Bulletin* n. s. 4: 141-159.
- Barajas-Morales, J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. *IWA Bulletin* n. s. 6: 355-364.
- Barros, C. F.; Callado, C. H.; Costa, C. G.; Pugialli, H. R. L.; Cunha, M. & Marquete, O. 1997. Madeiras da Mata Atlântica-Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil. Volume I. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 86p.
- _____; Callado, C. H.; Marcon, M. L.; Costa, C. G.; Cunha, M.; Lima, H. R. P. & Marquete, O. 2001. Madeiras da Mata Atlântica: anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro – Brasil. Volume II. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 94p.
- Bukatsch, F. 1972. Bemerkungen zur doppelfärbung astrablau-safranin. *Mikrokosmos* 61(8): 33-36.

- Callado, C. H.; Pugialli, H. R. P.; Costa, C. G.; Cunha, M.; Marquete, O.; Barros, C. F. 1997. Anatomia do lenho de espécies da Mata Atlântica: interpretação ecológica e indicações para aproveitamento. *In*: Lima, H. C. & Guedes-Bruni, R. R. Serra de Maeac de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Pp. 251-274.
- Callado, C. H.; Silva Neto, S. J.; Searano, F. R.; Barros, C. F. & Costa, C. G. 2001. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic Rain Forest in Rio de Janeiro, Brazil. *IAWA Journal* 22(1): 29-42.
- Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *American Journal of Botany* 64: 887-896.
- _____. 1984. Vessel grouping in dicotyledon woods: significance and relationship to imperforate tracheary elements. *Aliso* 10: 505-525.
- _____. 2001. Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood. 2 ed. Springer-Verlag. 448p.
- _____. & Hockman, D. A. 1985. Ecological wood anatomy of the woody southern californian flora. *IAWA Bulletin n.s.* 6(4): 319-353.
- Coradin, V. T. R. & Muñiz, G. M. B. 1991. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. LPF, Brasília, 19p.
- Dickson, W. 1989. Steps toward the natural system of the dicotyledons: vegetative anatomy. *Aliso* 12(3): 555-566.
- Guedes-Bruni, R. R. 1998. Composição, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas da Mata Atlântica no Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 231p.
- Guedes-Bruni, R. R.; Morim, M. P.; Lima, H. C. & Sylvestre, L. S. 2002. Inventário florístico. *In*: Sylvestre, L. S. & Rosa, M. M. T. Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica. Scropédia, Edur. Pp. 24-50.
- IAWA Committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10(2): 219-332.
- Lima, H. C. 2000. Leguminosas arbóreas da Mata Atlântica – uma análise da riqueza, padrões de distribuição geográfica e similaridades florísticas em remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 156p.
- Ludwig, J. A. & Reynolds, J. F. 1988. Statistical Ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York, 368p.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton. Pp. 81-99.
- Marcati, C. R.; Angyalossy-Alfonso, V. & Benetati, L. 2001. Anatomia comparada do lenho de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinoideae) de floresta e cerradão. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 311-320.
- Metealfe, C. R. & Chalk, L. 1950. Anatomy of dicotyledons. Oxford University Press, London, 1500p.
- Noshiro, S Suzuki, M. & Ohba, H. 1995. Ecological wood anatomy of Nepalesc *Rhododendron* (Ericaceae). 1. Interspecific variation. *Journal of Plant Research* 108: 1-9.
- Nunes-Freitas, A. F. 2004. Bromeliáceas da Ilha Grande: variação inter-habitats na composição, riqueza e diversidade da comunidade. Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 195p.
- Oliveira, C. W. 2005. Anatomia da casca e do lenho de espécies de *Nectandra* Rol. ex Rottb. e *Ocotea* Aubl. (Lauraceae). Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Oliveira, C. W.; Callado, C. H. & Marquete, O. 2001. Anatomia do lenho de espécies do gênero *Nectandra* Rol. ex Rottb. (Lauraceae). *Rodriguésia* 52(81): 125-134.
- Richter, H. G. 1987. Mature secondary xylem. *In*: Metcalfe, C. R. Anatomy of the dicotyledons. 2nd ed., vol. III. Clarendon Press, Oxford. Pp. 162-168.
- Sass, J. E. 1958. Elements of botanical microtechnique. McGraw-Hill Book Company Inc., New York-London, 222p.
- Sneath, P. H. A. & Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- Velloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1992. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- Vuono, Y. S. 2002. Inventário fitossociológico. *In*: Sysvestre, L. S. & Rosa, M. M. T. Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica. Seropédica, Edur. Pp. 51-65.
- Wheeler, E. A. & Baas, P. 1991. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. *IAWA Bulletin* n. s. 12: 275-33.
- Wiemann, M. C.; Wheeler, E. A.; Manchester, S. R. & Portier, K. M. 1998. Dicotyledonous wood anatomical characters as predictors of climate. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 139: 83-100.
- Woodcock, D. W.; Santos, G. & Reynel, C. 2000. Wood characteristics of Amazon forest types. *IAWA Journal* 21(3): 277-292.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey.

